

CAPITULO 5

¿Por qué el valor actual neto conduce a mejores decisiones de inversión que otros criterios?

(1-514)
65735
B7221
Q 5
3.00V

**FUNDAMENTOS
DE
FINANCIACION EMPRESARIAL,**
Cuarta edición

Richard A. Brealey
London Business School
Stewart C. Myers
Massachusetts Institute of Technology
Traducción

En los cuatro primeros capítulos hemos presentado, en ocasiones a hurtadillas, la mayoría de los principios básicos de las decisiones de inversión. En este capítulo consolidamos esos conocimientos. También echamos una mirada crítica a otros criterios que a veces utilizan las empresas para tomar decisiones de inversión.

5.1. REPASO DE LOS FUNDAMENTOS

El director financiero de Vegetron se pregunta cómo analizar una propuesta de inversión de 1 millón de dólares en un nuevo negocio llamado proyecto X. El le pide su opinión.

Su respuesta podría ser la siguiente: «Primero, realice una previsión de los flujos de tesorería generados por el proyecto X a lo largo de su vida económica. Segundo, determine el pertinente coste de oportunidad del capital. Este debería reflejar el valor del dinero en el tiempo y el riesgo asumido en el proyecto X. Tercero, utilice el coste de oportunidad del capital para descontar los flujos de tesorería futuros del proyecto X. La suma de los flujos de tesorería descontados recibe el nombre de valor actual (VA). Cuarto, calcule el valor actual *neto* (VAN) sustrayendo del VA el millón de dólares de la inversión. Invierta en el proyecto X si el VAN es mayor que cero.»

Sin embargo, el directivo financiero de Vegetron permanece impassible ante su agudeza mental y le pregunta por qué el VAN es tan importante.

Usted contesta: «Analice qué es lo mejor para los accionistas de Vegetron. Ellos quieren que usted haga que sus acciones de Vegetron valgan tanto como sea posible.»

Ahora el valor total de mercado de Vegetron (precio de la acción multiplicado por el número de acciones existentes) es 10 millones de dólares. Esto incluye 1 millón de dinero líquido que se puede invertir en el proyecto X. El valor de otros activos y oportunidades de Vegetron debe ser, por tanto, de 9 millones de dólares. Tenemos que decidir si es mejor mantener el millón en tesorería y rechazar el proyecto X, o utilizar el dinero y aceptar el proyecto X. Llamemos al valor del nuevo proyecto VA. Entonces la elección es como sigue:

| ACTIVO | VALOR DE MERCADO (EN MILLONES DE \$) | |
|---------------|--------------------------------------|----------------------------|
| | SE RECHAZA EL PROYECTO X | SE ACEPTA EL PROYECTO X |
| Efectivo | 1 | 0 |
| Otros activos | 9 | 9 |
| Proyecto X | 0 | VA |
| | <hr/> 10 | <hr/> 9 + VA |

«Está claro que el proyecto X merece la pena si su valor actual, VA, es mayor que 1 millón de dólares, es decir, si el valor actual neto es positivo.»

El director financiero: «¿Cómo sé que el VA del proyecto X reflejará realmente el valor de mercado de Vegetron?»

Usted contesta: «Suponga que creamos una nueva empresa X independiente, cuyo único activo es el proyecto X. ¿Cuál sería el valor de mercado de la empresa X?»

«Los inversores realizarían una previsión de los dividendos que pagaría la empresa X y descontarían estos dividendos a la tasa de rentabilidad esperada de los títulos que tengan un riesgo comparable al de la empresa X. Sabemos que los precios de las acciones son iguales al valor actual de los dividendos previstos.»

«Dado que el proyecto X es el único activo de la empresa X, los dividendos que esperaríamos que pagase la empresa X son exactamente los flujos de tesorería que hemos presupuestado para el proyecto X. Además, la tasa que utilizarían los inversores para descontar los dividendos de la empresa X es exactamente la tasa que deberíamos utilizar para descontar los flujos de tesorería del proyecto X.»

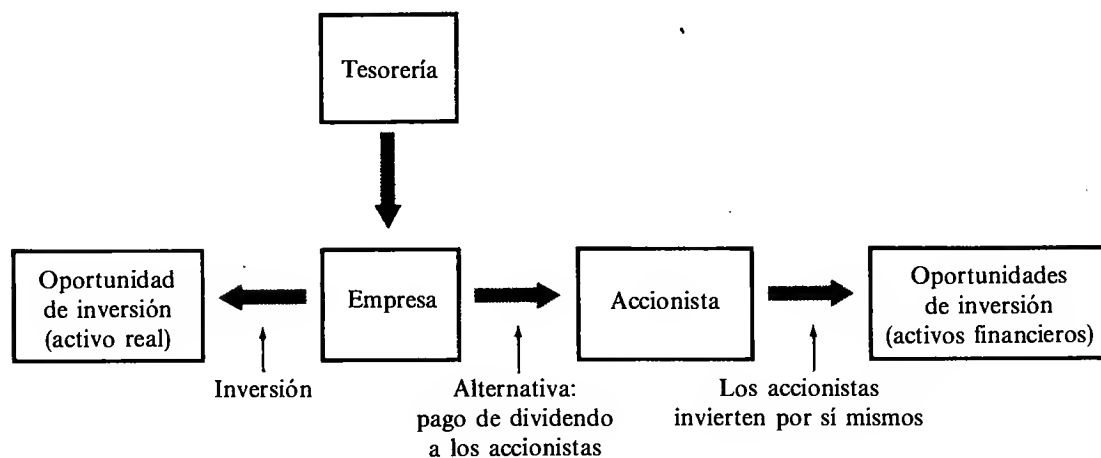
«Estoy de acuerdo que la empresa X es totalmente hipotética. Pero, si se acepta el proyecto X, los inversores que posean acciones de Vegetron tendrán en realidad una cartera con el proyecto X y los otros activos de la empresa. Sabemos que los otros activos valen 9 millones de dólares considerados como una inversión distinta. Dado que los valores de los activos son aditivos, fácilmente podemos calcular el valor de la cartera una vez que hemos calculado el valor del proyecto X como un negocio separado.»

«Al calcular el valor actual del proyecto X, estamos reproduciendo el proceso por el cual las acciones ordinarias de la empresa X sean evaluadas en los mercados de capitales.»

El director financiero: «Lo único que no entiendo es de dónde sale la tasa de descuento.»

Usted contesta: «Estoy de acuerdo en que es difícil medir con precisión la tasa de descuento. Pero es fácil ver lo que estamos *intentando* medir. La tasa de descuento es el coste de oportunidad de invertir en el proyecto en lugar de hacerlo en el mercado de capitales. En otras palabras, en lugar de aceptar un proyecto la empresa siempre puede dar el dinero a los accionistas y dejarles invertir en activos financieros.»

«La Figura 5-1 muestra la equivalencia. El coste de oportunidad de aceptar el proyecto es la rentabilidad que podrían haber obtenido los accionistas invirtiendo los fondos por sí mismos. Cuando descontamos los flujos de tesorería del proyecto a

**Figura 5-1**

La empresa puede o retener y reinvertir el dinero o reembolsarlo a los inversores. (Las flechas representan posibles flujos de tesorería o transferencias.) Si el dinero es reinvertido, el coste de oportunidad es la tasa esperada de rentabilidad que podrían haber obtenido los accionistas invirtiendo en activos financieros.

las tasas de rentabilidad esperadas sobre activos financieros comparables, estamos midiendo cuánto estarían dispuestos a pagar los inversores por su proyecto.»

«¿Pero qué activos financieros?», se pregunta el directivo financiero de Vegetron. «El hecho de que los inversores esperen sólo un 12 por ciento en las acciones de AT &T no significa que una empresa debería comprar la Compañía Electrónica Sinescrúpulos si ofrece el 13 por ciento.»

Su respuesta: «El concepto de coste de oportunidad cobra sentido sólo si se comparan activos de riesgo equivalente. En general, usted debe identificar los activos financieros con riesgos equivalentes al proyecto en consideración, estimar la tasa esperada de rentabilidad de estos activos y utilizar esa tasa como coste de oportunidad.»

5.2. LOS COMPETIDORES DEL VALOR ACTUAL NETO

Esperemos que el director financiero esté convencido por ahora de la bondad del criterio del valor actual neto. Pero es posible que el director haya oído hablar de otros criterios de inversión y desee saber por qué usted no recomienda ninguno de ellos. Ya que usted está preparado, analicemos ahora las cuatro alternativas al VAN más populares. Estas son:

1. Período de recuperación (payback).
2. Rentabilidad contable media.
3. Tasa interna de rentabilidad.
4. Índice de rentabilidad.

Al analizar estos criterios, merece la pena tener en cuenta las siguientes características fundamentales del criterio del valor actual neto. Primero, el criterio del VAN reconoce que *un dólar hoy vale más que un dólar mañana*, debido a que el dólar de hoy puede ser invertido para comenzar a rendir intereses inmediatamente. Cualquier regla de inversión que no reconozca el *valor del dinero en el tiempo* no puede considerarse inteligente. Segundo, el *valor actual neto* depende únicamente de los *flujos de tesorería previstos* procedentes del proyecto y del *coste de oportunidad del capital*. Cualquier regla de inversión que se vea afectada por los gustos del directivo, los métodos contables elegidos por la empresa, la rentabilidad de los negocios existentes en la empresa o la rentabilidad de otros proyectos independientes, conducirá a peores decisiones. Tercero, *debido a que todos los valores actuales se miden en dólares de hoy, es posible sumarlos*. Por tanto, si tiene dos proyectos A y B, el valor actual neto de la inversión combinada es

$$\text{VAN}(A + B) = \text{VAN}(A) + \text{VAN}(B)$$

Esta propiedad aditiva tiene importantes consecuencias. Supongamos que el proyecto B tiene un VAN negativo. Si se une al proyecto A, el proyecto conjunto (A + B) tendrá un menor VAN que A por sí solo. Por tanto, es improbable que usted cometa el error de aceptar un mal proyecto (B) sólo porque aparezca junto a uno bueno (A). Como veremos, las medidas alternativas no gozan de esta propiedad aditiva. Si no tiene cuidado, puede dejarse engañar y llegar a aceptar que un proyecto bueno y uno malo es mejor que el proyecto bueno solo.

5.3. EL PLAZO DE RECUPERACION

Las empresas desean frecuentemente que el desembolso realizado en cualquier proyecto sea recuperado dentro de cierto período máximo. El **plazo** o **período de recuperación** de un proyecto se determina contando el número de años que han de transcurrir para que la acumulación de los flujos de tesorería previstos iguale a la inversión inicial. Considere los proyectos A y B:

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERIA (EN \$) | | | | PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS) | VAN AL 10 POR CIENTO |
|----------|-----------------------------|--------|--------|--------|--------------------------------------|-------------------------|
| | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 | | |
| A | -2.000 | +2.000 | 0 | 0 | 1 | -182 |
| B | -2.000 | +1.000 | +1.000 | +5.000 | 2 | +3.492 |

El proyecto A supone una inversión inicial de 2.000 \$ ($C_0 = -2.000$), seguida de una única entrada de tesorería de 2.000 \$ en el año 1. Supongamos que el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento. Entonces, el proyecto A tiene un VAN de -182 \$:

$$\text{VAN}(A) = -2.000 + \frac{2.000}{1,10} = -182 \$$$

El proyecto B requiere también una inversión inicial de 2.000 \$, pero proporciona una entrada de tesorería de 1.000 \$ en los años 1 y 2 y 5.000 \$ en el año 3. A un coste de oportunidad del capital de un 10 por ciento, el proyecto B tiene un VAN de +3.492 \$:

$$\text{VAN(B)} = -2.000 + \frac{1.000}{1,10} + \frac{1.000}{(1,10)^2} + \frac{5.000}{(1,10)^3} = +3.492 \$$$

De este modo, el criterio del valor actual neto nos dice que rechazemos el proyecto A y aceptemos el B.

El criterio del plazo de recuperación

Veamos ahora con qué rapidez devuelve cada proyecto su inversión inicial. Con el proyecto A, usted necesita un año para recobrar sus 2.000 \$; con el proyecto B necesita dos años. Si la empresa utilizase el *criterio* del plazo de recuperación con un período máximo de un año, aceptaría únicamente el proyecto A; si utilizase el criterio del plazo de recuperación con un período máximo de dos o más años, aceptaría ambos proyectos. Por tanto, independientemente de la elección del período máximo, el criterio del período de recuperación da una respuesta diferente a la dada por el criterio del valor actual neto.

La razón de esta diferencia radica en que el criterio del período de recuperación da la misma ponderación a todos los flujos de tesorería generados antes de la fecha correspondiente al período de recuperación y una ponderación nula a todos los flujos posteriores. Por ejemplo, cada uno de los tres proyectos siguientes tiene un período de recuperación de dos años:

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERIA (EN \$) | | | | PERIODO DE RECUPERACION (AÑOS) | VAN AL 10 POR CIENTO |
|----------|-----------------------------|----------------|----------------|----------------|--------------------------------------|-------------------------|
| | C ₀ | C ₁ | C ₂ | C ₃ | | |
| B | -2.000 | +1.000 | +1.000 | +5.000 | 2 | 3.492 |
| C | -2.000 | + 0 | +2.000 | +5.000 | 2 | 3.409 |
| D | -2.000 | +1.000 | +1.000 | +100.000 | 2 | 74.867 |

El criterio del período de recuperación dice que todos estos proyectos son igualmente atractivos. Pero el proyecto B tiene un VAN mayor que el proyecto C para *cualquier* tipo de interés positivo (1.000 \$ en cada uno de los años 1 y 2 valen más de 2.000 \$ en el año 2). Y el proyecto D tiene un VAN mayor que B o C.

Para utilizar el criterio del período de recuperación, una empresa tiene que decidir una fecha tope adecuada. Si utiliza el mismo período máximo independientemente de la vida del proyecto, tenderá a aceptar demasiados proyectos de duración corta y muy pocos de larga duración. Si, por término medio, los períodos máximos son demasiado largos, aceptará algunos proyectos con VAN negativos; si, por

término medio, son demasiado cortos, rechazará algunos proyectos que tienen VAN positivos.

Muchas empresas que utilizan el plazo de recuperación eligen el período máximo esencialmente en base a conjeturas. Es posible mejorar esto. Si se conoce el perfil típico de los flujos de tesorería, se puede hallar el período máximo que más se aproximaría a maximizar el valor actual neto¹. Sin embargo, esa fecha tope «óptima» sirve únicamente para aquellos proyectos que tienen perfiles «típicos» de flujos de tesorería. Por esto, sigue siendo mejor utilizar el criterio del valor actual neto.

El plazo de recuperación descontado

Algunas empresas descuentan los flujos de tesorería antes de calcular el período de recuperación. El **criterio del plazo de recuperación descontado** pregunta: «¿Cuántos períodos tarda el proyecto en tener razón de ser según los términos del valor actual neto?» Esta modificación del criterio del período de recuperación supera la objeción de que la ponderación dada a todos los flujos de tesorería antes de la fecha correspondiente sea la misma. Sin embargo, el criterio del período de recuperación descontado todavía no tiene en cuenta ninguno de los flujos de tesorería generados después de esa fecha.

Supongamos que hay dos inversiones mutuamente excluyentes, A y B. Cada una de ellas requiere una inversión de 20.000 \$ y se espera que genere una corriente uniforme de flujos de tesorería comenzando en el año 1. El flujo de tesorería de la inversión A es de 6.500 \$ y dura seis años. El flujo de tesorería de B es de 6.000 \$, pero dura diez años. La tasa de descuento apropiada para cada proyecto es del 10 por ciento. La inversión B es claramente mejor en base al valor actual neto:

$$VAN(A) = -20.000 + \sum_{t=1}^6 \frac{6.500}{(1,10)^t} = +8.309 \$$$

$$VAN(B) = -20.000 + \sum_{t=1}^{10} \frac{6.000}{(1,10)^t} = +16.867 \$$$

Con todo, A obtiene entradas de tesorería mayores que B en cada año de su vida, y por eso, obviamente, tiene el período de recuperación descontado más corto.

¹ Si, por término medio, las entradas se distribuyen regularmente a lo largo de la vida del proyecto, el tope óptimo para el criterio del período de recuperación es

$$\text{Período máximo óptimo} = \frac{1}{r} - \frac{1}{r(1+r)^n}$$

donde n indica la vida del proyecto. Esta expresión para el período de recuperación óptimo fue apuntada, por primera vez por M. J. Gordon: «The Pay-Off Period and the Rate of Profit», *Journal of Business*, 28: 253-260 (octubre, 1955).

El período de recuperación descontado de A es algo inferior a cuatro años, ya que el valor actual de 6.500 \$ al 10 por ciento durante cuatro años es 20.604 \$. El período de recuperación descontado de B es algo superior a cuatro años, ya que el valor actual de 6.000 \$ durante cuatro años es 19.019 \$.

El período de recuperación descontado es algo mejor que el período de recuperación no descontado. Reconoce que un dólar al comienzo del período de recuperación vale más que un dólar al final de este período. Esto ayuda, pero no demasiado. El criterio del período de recuperación descontado depende todavía de la elección de una fecha tope arbitraria e ignora todavía todos los flujos de tesorería después de esta fecha.

5.4. RENTABILIDAD CONTABLE MEDIA

Algunas empresas juzgan un proyecto de inversión analizando su **tasa de rentabilidad contable**. Para calcular la tasa de rendimiento contable es necesario dividir el beneficio medio esperado de un proyecto, después de amortizaciones e impuestos, por el valor medio contable de la inversión. Se compara entonces este ratio con la tasa de rendimiento contable de la empresa en su conjunto o con alguna referencia externa, tal como la tasa media de rendimiento contable en el sector.

Cuadro 5-1a
Cálculo de la tasa
de rendimiento
contable medio de
una inversión de
9.000 \$ en el
proyecto A.

| PROYECTO A | FLUJO DE TESORERÍA (EN DOLARES) | | |
|---|---------------------------------|--------|-------|
| | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 |
| Ingresos | 12.000 | 10.000 | 8.000 |
| Costes con salida de tesorería | 6.000 | 5.000 | 4.000 |
| Flujo de tesorería | 6.000 | 5.000 | 4.000 |
| Amortización | 3.000 | 3.000 | 3.000 |
| Beneficio neto | 3.000 | 2.000 | 1.000 |
| $\text{Tasa de rentabilidad contable media} = \frac{\text{Beneficio anual medio}}{\text{Inversión anual media}} = \frac{2.000}{4.500} = 0,44$ | | | |

El Cuadro 5-1a muestra las cuentas de resultados provisionales del proyecto A a lo largo de sus tres años de vida. Su beneficio neto medio es 2.000 \$ al año (suponemos, por simplificar, que no hay impuestos). La inversión requerida es de 9.000 \$ en $t = 0$. Esta cantidad es amortizada después a una tasa constante de 3.000 \$ al año. De este modo, el valor contable de la nueva inversión disminuirá desde 9.000 \$ en el año 0 a cero en el año 3.

| | AÑO 0 | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 |
|--------------------------------------|----------|----------|----------|----------|
| Valor contable bruto de la inversión | 9.000 \$ | 9.000 \$ | 9.000 \$ | 9.000 \$ |
| Amortización acumulada | 0 | 3.000 | 6.000 | 9.000 |
| Valor contable neto de la inversión | 9.000 \$ | 6.000 \$ | 3.000 \$ | 0 \$ |

Valor contable neto medio = 4.500 \$

El beneficio neto medio es 2.000 \$ y la inversión neta media es 4.500 \$. Por tanto, la tasa media de rendimiento contable es $2.000/4.500 = 0,44$. El proyecto A sería emprendido si la tasa de rendimiento contable deseada por la empresa fuese inferior al 44 por ciento².

Este criterio sufre varios defectos serios. Primero, dado que considera únicamente la rentabilidad *media* sobre la inversión contable, no tiene en cuenta el hecho de que los ingresos inmediatos valen más que los distantes. Mientras el período de recuperación no pondera los flujos más distantes, el rendimiento contable les da demasiada importancia. De este modo, en el Cuadro 5-1b podemos presentar dos proyectos, B y C, que tienen la misma inversión contable media, el mismo beneficio contable medio y el mismo rendimiento contable medio que el proyecto A. Con todo, A tiene claramente un VAN mayor que B o C, debido a que la mayor parte de los flujos de tesorería del proyecto A ocurren en los primeros años.

Obsérvese también que el rendimiento contable medio depende del beneficio contable; no está basado en los flujos de tesorería del proyecto. Con frecuencia, los flujos de tesorería y el beneficio contable son muy diferentes. Por ejemplo, el contable califica algunas salidas de dinero como *inversiones de capital* y otras como *gastos operativos*. Los gastos operativos son, por supuesto, inmediatamente deducidos del beneficio de cada año. Las inversiones de capital se amortizan según un plan

² Existen muchas variantes de este criterio. Por ejemplo, algunas empresas miden la *rentabilidad* contable sobre el coste, esto es, el ratio de beneficios medios antes de amortizaciones, pero después de impuestos, sobre el coste inicial del activo.

Cuadro 5-1b

Todos los proyectos A, B y C cuestan 9.000 \$ y producen un beneficio medio de 2.000 \$. Por tanto, todos tienen una tasa de rendimiento contable del 44 por ciento.

| | | FLUJO DE TESORERIA (EN DOLARES) | | |
|----------|--------------------|---------------------------------|-------|-------|
| PROYECTO | | AÑO 1 | AÑO 2 | AÑO 3 |
| A | Flujo de tesorería | 6.000 | 5.000 | 4.000 |
| | Beneficio neto | 3.000 | 2.000 | 1.000 |
| B | Flujo de tesorería | 5.000 | 5.000 | 5.000 |
| | Beneficio neto | 2.000 | 2.000 | 2.000 |
| C | Flujo de tesorería | 4.000 | 5.000 | 6.000 |
| | Beneficio neto | 1.000 | 2.000 | 3.000 |

arbitrario elegido por el contable. Después, el coste por amortización se deduce del beneficio de cada año. De este modo el rendimiento contable medio depende de qué partidas considere el contable como inversiones de capital y con qué rapidez se amorticen. Sin embargo, las decisiones del contable no tienen nada que ver con el flujo de tesorería³ y, por tanto, no deberían afectar a la decisión de aceptación o rechazo.

Una empresa que utilice el rendimiento contable medio tiene que fijar una referencia para juzgar un proyecto. Esta decisión es también arbitraria. A veces la empresa utiliza como referencia su rendimiento contable actual. En este caso, las empresas con altas tasas de rentabilidad en sus actuales negocios pueden verse conducidas a rechazar buenos proyectos, y las empresas con bajas tasas de rentabilidad pueden verse llevadas a aceptar malos proyectos.

El período de recuperación es una mala regla. El rendimiento contable medio es, probablemente, peor. Ignora el coste de oportunidad del dinero y no está basado en los flujos de tesorería de un proyecto, y las decisiones de inversión pueden estar relacionadas con la rentabilidad de los negocios presentes de la empresa.

5.5. TASA INTERNA DE RENTABILIDAD (O DEL FLUJO DE TESORERIA DESCONTADO)

Mientras el período de recuperación y el rendimiento medio contable son criterios ad hoc, la tasa interna de rentabilidad tiene un abolengo más respetable y es recomendada en muchos textos financieros. Por tanto, si insistimos más en sus deficiencias, no se debe a que éstas sean más numerosas, sino a que son menos obvias.

En el Capítulo 2 hemos señalado que el valor actual neto podría también expresarse en términos de tasa de rentabilidad, lo cual conduciría al siguiente criterio: «Acepte oportunidades de inversión que ofrezcan tasas de rentabilidad superiores a sus costes de oportunidad del capital». Adecuadamente interpretada, esta afirmación es absolutamente correcta. Sin embargo, la interpretación no siempre es sencilla en los proyectos de inversión duraderos.

No existe ambigüedad en la definición de la verdadera tasa de rentabilidad de una inversión que genera un único rendimiento al cabo de un período:

$$\text{Tasa de rentabilidad} = \frac{\text{Rendimiento}}{\text{Inversión}} - 1$$

Alternativamente, podemos especificar el VAN de la inversión y hallar el tipo de descuento que hace el VAN = 0.

$$\text{VAN} = C_0 + \frac{C_1}{1 + \text{tasa de descuento}} = 0$$

³ Por supuesto, el método de amortización, utilizado a efectos impositivos tiene consecuencias monetarias que deberían tomarse en cuenta al calcular el VAN.

lo que implica

$$\text{Tasa de descuento} = \frac{C_1}{-C_0} - 1$$

Por supuesto, C_1 es el rendimiento y $-C_0$ es la inversión requerida y, por tanto, nuestras dos ecuaciones dicen exactamente lo mismo. La *tasa de descuento que hace el $VAN = 0$ es también la tasa de rentabilidad*.

Por desgracia, no existe una manera totalmente satisfactoria de definir la auténtica tasa de rentabilidad de un activo duradero. El mejor concepto disponible es la denominada **tasa de rentabilidad del flujo de tesorería descontado (FTD)** o **tasa interna de rentabilidad (TIR)**. La tasa interna de rentabilidad se utiliza frecuentemente en finanzas. Puede ser una medida práctica, pero, como veremos, también puede ser una medida engañosa. Por tanto, debería saber cómo calcularla y utilizarla adecuadamente.

La tasa interna de rentabilidad se define como el tipo de descuento que hace el $VAN = 0$. Esto significa que para hallar la TIR de un proyecto de inversión que dura T años, usted debe calcular la TIR en la siguiente expresión:

$$VAN = C_0 + \frac{C_1}{1 + \text{TIR}} + \frac{C_2}{(1 + \text{TIR})^2} + \dots + \frac{C_T}{(1 + \text{TIR})^T} = 0$$

El cálculo efectivo de la TIR implica normalmente un proceso de prueba y error. Por ejemplo, considere un proyecto que produce los siguientes flujos:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | |
|----------------------------------|--------|--------|
| C_0 | C_1 | C_2 |
| -4.000 | +2.000 | +4.000 |

La tasa interna de rentabilidad es TIR en la ecuación

$$VAN = -4.000 + \frac{2.000}{1 + \text{TIR}} + \frac{4.000}{(1 + \text{TIR})^2} = 0$$

Probemos arbitrariamente con un tipo de descuento cero. En este caso, el VAN no es cero, sino +2.000 dólares:

$$VAN = -4.000 + \frac{2.000}{1,0} + \frac{4.000}{(1,0)^2} = +2.000 \$$$

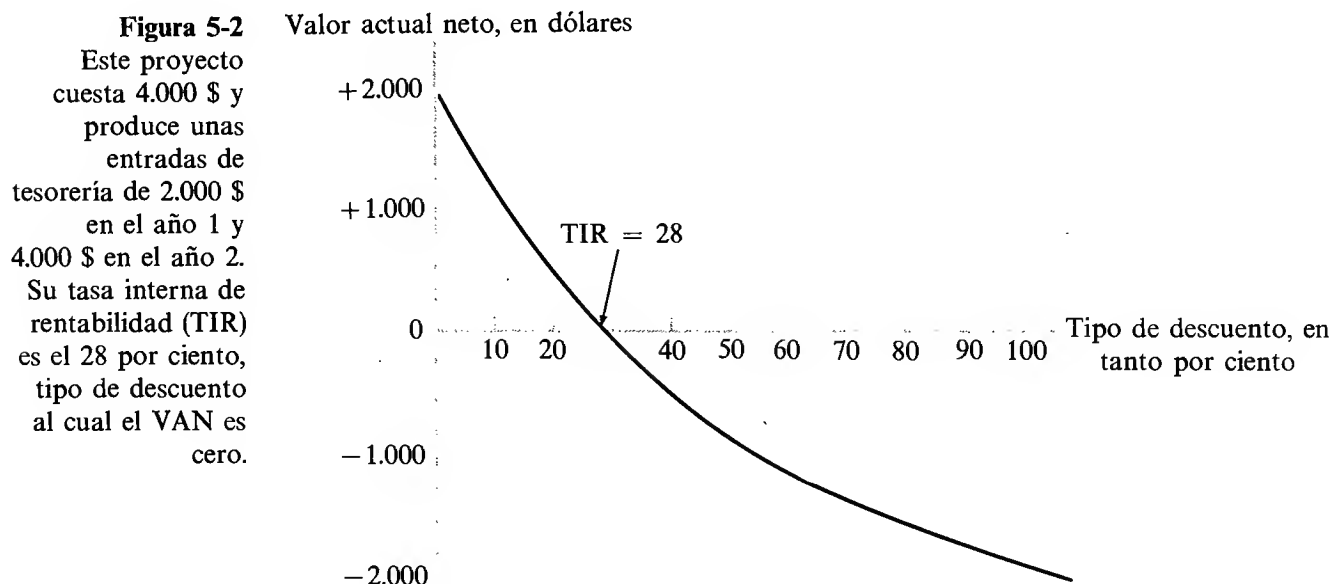
El VAN es positivo; por tanto, la TIR debe ser mayor que cero. La siguiente etapa podría ser probar un tipo de descuento del 50 por ciento. En este caso el valor actual neto es $-889 \$$:

$$VAN = -4.000 + \frac{2.000}{1,50} + \frac{4.000}{(1,50)^2} = -889 \$$$

El VAN es negativo; por tanto la TIR debe ser menor que el 50 por ciento. En la Figura 5-2 hemos recogido los valores actuales netos derivados de un abanico de tipos de descuento. Podemos ver en ella que un tipo de descuento del 28 por ciento da lugar al deseado valor actual neto igual a cero. Por tanto, la TIR es el 28 por ciento.

La manera más fácil de calcular la TIR, si hay que hacerlo a mano, es dibujar tres o cuatro combinaciones de VAN y tipo de descuento sobre un gráfico como el de la Figura 5-2, uniendo los puntos con una línea uniforme, y estimar el tipo de descuento al cual el $VAN = 0$. Por supuesto, es más rápido y más seguro utilizar un ordenador o una calculadora especialmente programada, y esto es lo que hacen la mayoría de las empresas.

Ahora, el *criterio* de la tasa interna de rentabilidad es aceptar un proyecto de inversión si el coste de oportunidad del capital es menor que la tasa interna de rentabilidad. El razonamiento que subyace detrás de esta idea puede verse mirando otra vez a la Figura 5-2. Si el coste de oportunidad del capital es menor que el 28 por ciento de la TIR, entonces el proyecto tiene un VAN *positivo* cuando se descuenta al coste de oportunidad del capital. Si es igual a la TIR, el proyecto tiene un VAN *cero*. Y si es mayor que la TIR, el proyecto tiene un VAN *negativo*. Por tanto, cuando comparamos el coste de oportunidad del capital con la TIR de



nuestro proyecto, estamos realmente preguntando si nuestro proyecto tiene un VAN positivo. Esto no sólo es cierto para nuestro ejemplo. El criterio dará la misma respuesta que el criterio del valor actual neto *siempre que el VAN de un proyecto sea una función uniformemente decreciente del tipo de descuento*⁴.

Muchas empresas prefieren el criterio de la tasa interna de rentabilidad al del valor actual neto. Nosotros pensamos que esto es una pena. Aunque, adecuadamente planteados, los dos criterios son formalmente equivalentes, la tasa interna de rentabilidad contiene varios defectos.

Primer defecto: ¿Prestar o endeudarse?

No todas las corrientes de flujos de tesorería tienen la propiedad de que el VAN disminuya a medida que el tipo de descuento aumenta. Consideremos los siguientes proyectos A y B:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
| A | -1.000 | +1.500 | +50 | +364 |
| B | +1.000 | -1.500 | +50 | -364 |

Cada proyecto tiene una TIR del 50 por ciento. (Expresado en otras palabras, $-1000 + 1500/1,5 = 0$ y $+1000 - 1500/1,5 = 0$.)

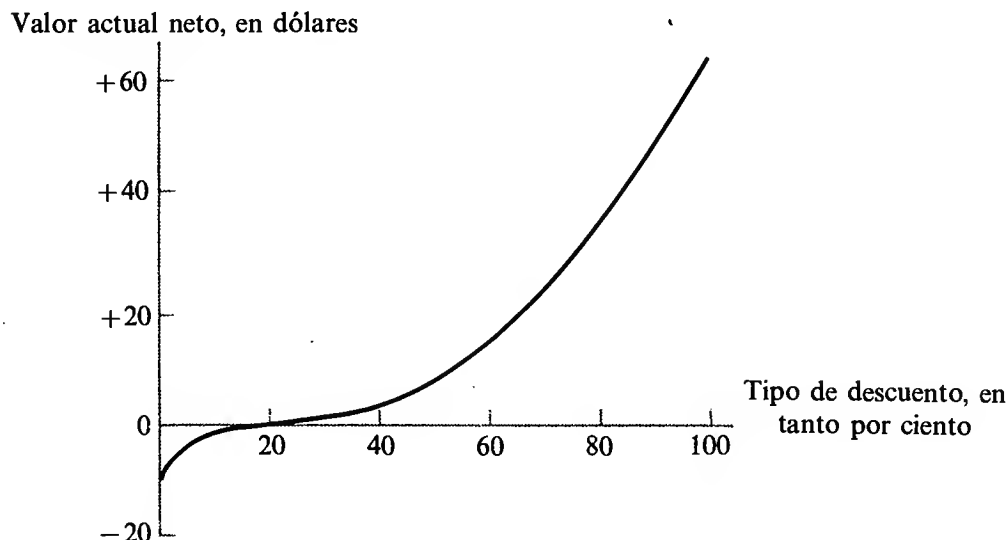
¿Significa esto que son igualmente atractivos? Claramente, no. En el caso de A, donde inicialmente estamos pagando 1.000 \$, estamos *prestando* dinero al 50 por ciento; en el caso de B, donde inicialmente estamos recibiendo 1.000 \$ estamos *tomando prestado* dinero al 50 por ciento. Cuando prestamos dinero, deseamos *una alta* tasa de rentabilidad; cuando nos endeudamos, deseamos una tasa de rentabilidad *baja*.

Si dibuja un gráfico como el de la Figura 5-2 para el proyecto B, encontrará que el VAN aumenta a medida que aumenta el tipo de descuento. Obviamente, el criterio de la tasa interna de rentabilidad, como hemos indicado anteriormente, no funciona en este caso; tenemos que buscar una TIR *menor* que el coste de oportunidad del capital.

Esto es bastante sencillo, pero analicemos ahora el proyecto C:

⁴ He aquí un aviso de prudencia. Algunas personas confunden la tasa interna de rentabilidad y el coste de oportunidad del capital, debido a que ambos aparecen como tipos de descuento en la fórmula del VAN. La tasa interna de rentabilidad es una *medida de rentabilidad* que depende únicamente de la cuantía y duración de los flujos de tesorería del proyecto. El coste de oportunidad del capital es un *estándar de rentabilidad* para el proyecto, que nosotros utilizamos para calcular cuánto vale el proyecto. El coste de oportunidad del capital se establece en los mercados de capitales. Es la tasa esperada de rentabilidad ofrecida por otros activos equivalentes en riesgo al proyecto que está siendo evaluado.

Figura 5-3
El valor actual
neto del proyecto
C aumenta a
medida que el tipo
de descuento
aumenta.



| FLUJOS DE TESORERIA (EN \$) | | | | | | |
|-----------------------------|--------|--------|--------|--------|--------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
| C | +1.000 | -3.600 | +4.320 | -1.728 | +20 | -0,75 |

Resulta que el proyecto C tiene un VAN igual a cero al tipo de descuento del 20 por ciento. Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, significa que el proyecto es bueno. ¿O no es así? En parte, el proyecto C es como endeudarse, debido a que recibimos dinero ahora y lo pagamos en el primer período; en parte es también como prestar dinero, debido a que pagamos dinero en el período 1 y lo recobramos en el período 2. ¿Deberíamos aceptarlo o rechazarlo? La única manera de encontrar la respuesta es mirar el valor actual neto. La Figura 5-3 muestra que el VAN de nuestro proyecto *aumenta* a medida que el tipo de descuento aumenta. Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento (es decir, menor que la TIR), el proyecto tiene un pequeño VAN negativo y deberíamos rechazarlo.

Segundo defecto: Tasas de rentabilidad múltiples

El proyecto C tenía una única TIR, pero generalmente éste no será el caso cuando exista más de un cambio de signo en los flujos de tesorería. Considere, por ejemplo, el proyecto D. Su coste es de 4.000 \$ y le produce 25.000 \$ en el primer año. Después usted tiene que pagar 25.000 \$ en el año 2. (Hay muchos proyectos que implican salidas de tesorería al final. Por ejemplo, si usted extrae carbón en explotación a cielo abierto, puede que tenga que invertir sustanciosas cantidades para hacer utilizable la tierra después de que el carbón haya sido extraído.)

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
|----------|-------------------------------------|---------|---------|--------------|----------------|
| | C_0 | C_1 | C_2 | | |
| D | -4.000 | +25.000 | -25.000 | 25 y 400 | -1.934 |

Observe que hay *dos* tipos de descuento que hacen el VAN = 0. Esto es, se cumple *cada una* de las siguientes expresiones:

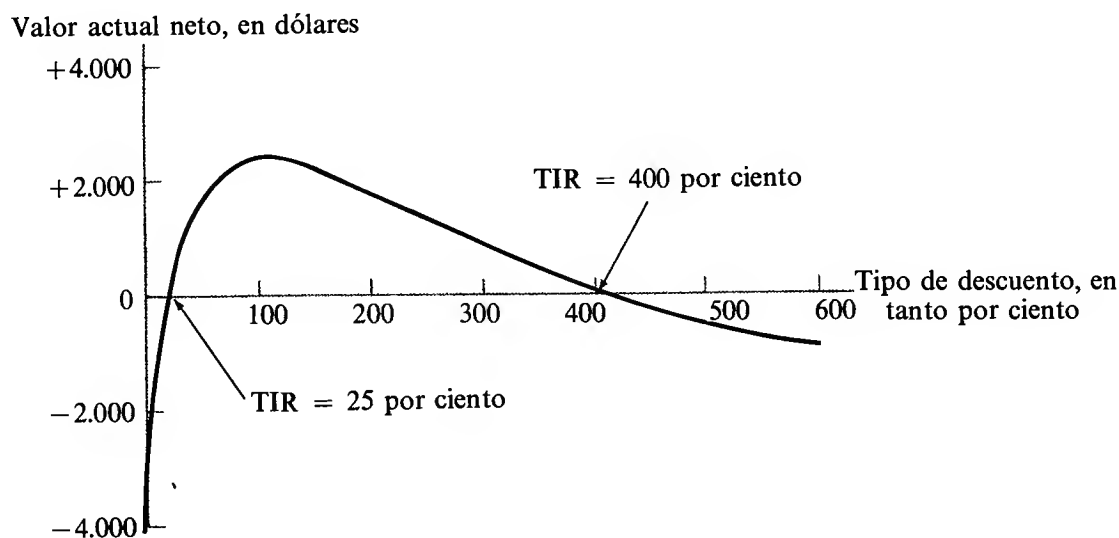
$$VAN = -4.000 + \frac{25.000}{1,25} - \frac{25.000}{(1,25)^2} = 0$$

y

$$VAN = -4.000 + \frac{25.000}{5} - \frac{25.000}{(5)^2} = 0$$

En otras palabras la inversión tiene una TIR a la vez del 25 y del 400 por ciento. La Figura 5-4 muestra cómo sucede esto. A medida que el tipo de descuento aumenta, el VAN aumenta en un principio y después disminuye. La razón de esto es el doble cambio de signo de la corriente de flujos de tesorería. Un proyecto puede

Figura 5-4
El proyecto D tiene dos tasas internas de rentabilidad. El VAN = 0 cuando la TIR = 25 por ciento y cuando la TIR = 400 por ciento.



tener tantas tasas internas de rentabilidad como cambios de signo se produzcan en los flujos de tesorería⁵.

Por si esto no fuese suficiente, también hay casos en los que *no* existe tasa de rentabilidad alguna. Por ejemplo, el proyecto E tiene un valor actual neto positivo para cualquier tipo de descuento.

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | | |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | C_2 | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
| E | +1.000 | -3.000 | +2.500 | no | +339 |

Se han ideado numerosas adaptaciones del criterio de la TIR para tales casos. No sólo son inadecuadas, sino también innecesarias, ya que la solución es simplemente utilizar el criterio del valor actual neto.

Tercer defecto: Proyectos mutuamente excluyentes

Con frecuencia, las empresas tienen que elegir entre varias maneras alternativas de realizar el mismo trabajo o utilizar la misma instalación. En otras palabras, necesitan elegir entre varios **proyectos mutuamente excluyentes**. Aquí, basarse demasiado en el criterio del TIR puede ser engañoso.

Considere los proyectos F y G:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|--------------|----------------|--|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | TIR, EN % | VAN AL 10 % | |
| F | -10.000 | +20.000 | 100 | +8.182 | |
| G | -20.000 | +35.500 | 75 | +11.818 | |

Puede que el proyecto F sea un instrumento controlado manualmente, y que G sea el mismo instrumento añadiéndole el control por ordenador. Ambos son buenos proyectos, pero G tiene el mayor VAN y es, por tanto, el mejor. Sin embargo, el

⁵ Por la «regla de los signos» de Descartes, puede haber tantas soluciones diferentes para un polinomio como cambios de signo tenga. Para una discusión del problema de las múltiples tasas de rentabilidad, véase J. H. Lorie y L. J. Savage: «Three Problems in Rationing Capital», *Journal of Business*, 28: 229-239 (octubre, 1955); y E. Solomon: «The Arithmetic of Capital Budgeting», *Journal of Business*, 29: 124-129 (abril, 1956).

criterio de la TIR parece indicar que, si tiene que elegir, debería inclinarse por F, ya que tiene la mayor TIR. Si sigue el criterio de la TIR, tiene la satisfacción de ganar una tasa de rentabilidad del 100 por ciento; si sigue el criterio del VAN, tiene una riqueza de 11.818 \$ más.

En estos casos, puede salvar usted el criterio de la TIR analizando la tasa interna de rentabilidad de los flujos incrementales. He aquí cómo hacerlo. Primero, considere el proyecto menor (F en nuestro ejemplo). Este tiene una TIR del 100 por ciento, lo cual supera ampliamente el 10 por ciento de coste de oportunidad del capital. Sabe, por tanto, que F es aceptable. Pregúntese ahora si merece la pena hacer la inversión adicional de 10.000 \$ en G. Los flujos incrementales obtenidos al llevar a cabo G en vez de F son los siguientes:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|--------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
| G-F | -10.000 | +15.000 | 50 | +3.636 |

La TIR de la inversión incremental es 50 por ciento, lo cual también está muy por encima del 10 por ciento de coste de oportunidad del capital. De manera que usted preferiría el proyecto G al F⁶.

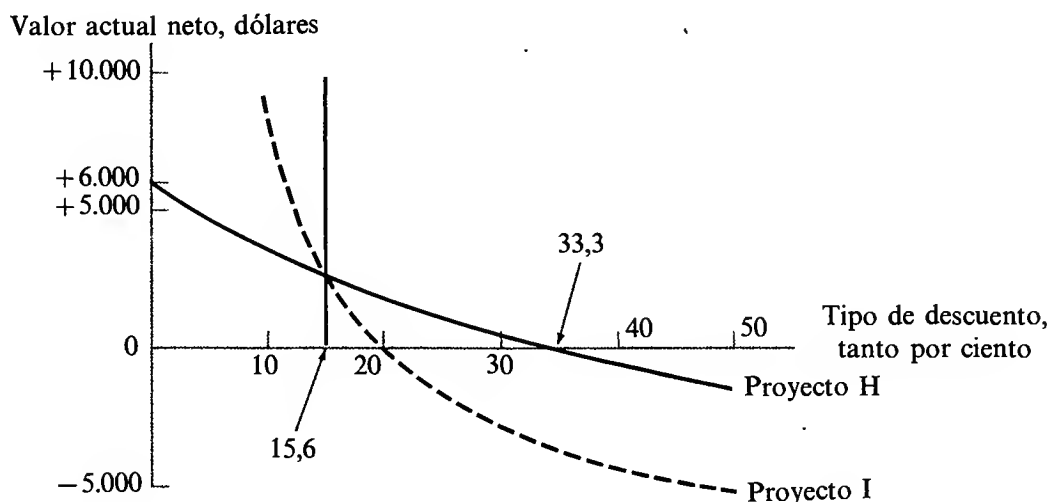
A menos que se analice la inversión incremental, no se puede confiar en la TIR para hacer una ordenación de proyectos de diferente escala. También es poco fiable para realizar ordenaciones de proyectos que ofrecen diferentes perfiles de flujos de tesorería a lo largo del tiempo. Por ejemplo, supongamos que la empresa puede emprender el proyecto H o el proyecto I, pero no ambos (ignore J por el momento):

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | | | | | | |
|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 | ETC. | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
| H | -9.000 | +6.000 | +5.000 | +4.000 | 0 | 0 | ... | 33 | 3.592 |
| I | -9.000 | +1.800 | +1.800 | +1.800 | +1.800 | +1.800 | ... | 20 | 9.000 |
| J | | -6.000 | +1.200 | +1.200 | +1.200 | +1.200 | ... | 20 | 6.000 |

El proyecto H tiene una TIR mayor, pero el proyecto I tiene un VAN mayor. La Figura 5-5 muestra por qué los dos criterios dan diferentes respuestas. La línea

⁶ Sin embargo, puede encontrarse con que ha pasado del fuego a las brasas. Las series de flujos de tesorería incrementales pueden implicar varios cambios de signo. En este caso, es probable que haya múltiples TIR y, después de todo, se verá obligado a utilizar el criterio del VAN.

Figura 5-5
La TIR del proyecto H es mayor que la del proyecto I, pero el valor actual neto del proyecto I es mayor sólo si el tipo de descuento es inferior al 15,6 por ciento.



continua representa el valor actual neto del proyecto H para diferentes tipos de descuento. Dado que un tipo de descuento del 33 por ciento produce un valor actual neto de cero, ésta es la tasa interna de rentabilidad del proyecto H. De manera similar, la línea discontinua muestra el valor actual neto del proyecto I para diferentes tipos de descuento. La TIR del proyecto I es el 20 por ciento. (Supongamos que los flujos de tesorería del proyecto I continúan indefinidamente.) Observe que el proyecto I tiene un VAN mayor siempre y cuando el coste de oportunidad del capital sea inferior al 15,6 por ciento.

La razón por la cual la TIR conduce a error es que las entradas totales de tesorería del proyecto I son mayores, pero tienden a ocurrir más tarde. Por tanto, cuando la tasa de descuento es bajo, I tiene el mayor VAN; cuando la tasa de descuento es alta, H tiene el mayor VAN. (Se puede ver en la Figura 5-5 que los dos proyectos tienen el *mismo* VAN cuando el tipo de descuento es el 15,6 por ciento.) Las tasas internas de rentabilidad de los dos proyectos nos dicen que para una tasa de descuento del 20 por ciento I tiene un VAN igual a cero (TIR = 20 por ciento) y H tiene un VAN positivo. De este modo, si el coste de oportunidad del capital fuese del 20 por ciento, los inversores atribuirían un valor mayor al proyecto H, de más corta duración. Pero, en nuestro ejemplo, el coste de oportunidad del capital no es del 20 por ciento, sino del 10 por ciento. Los inversores están dispuestos a pagar precios relativamente altos por títulos a largo plazo, y por ello pagarán un precio relativamente alto por el proyecto de mayor duración. A un coste de capital del 10 por ciento una inversión en I tiene un VAN de 9.000 \$ y una inversión en H tiene un VAN de sólo 3.592⁷.

⁷ Con frecuencia se sugiere que la elección entre el criterio del valor actual neto y el criterio de la tasa interna de rentabilidad debería depender de la tasa probable de reinversión. Esto es erróneo. *Nunca* se debería permitir que la futura rentabilidad de otra inversión *independiente* influya en la decisión de inversión. Para una discusión de la hipótesis de reinversión, véase A. A. Alchian: «The Rate of Interest, Fisher's Rate of Return over Cost and Keynes' Internal Rate of Return», *American Economic Review*, 45: 938-942 (diciembre, 1955).

Este es uno de nuestros ejemplos favoritos. Hemos encontrado muchas reacciones a él por parte de los hombres de empresa. Cuando pedíamos que se eligiera entre H e I, muchos elegían H. La razón parece ser el rápido plazo de recuperación que proporciona el proyecto H. En otras palabras, ellos creen que si eligen H, pueden también adoptar otro proyecto como J (obsérvese que se puede financiar J utilizando los flujos de tesorería generados por H), mientras que si optan por I no tendrán dinero suficiente para J. Dicho de otro modo, suponen implícitamente que es una *escasez de capital* lo que les obliga a la elección entre H e I. Cuando se saca a relucir esta suposición implícita, normalmente admiten que I es mejor si no existe escasez de capital.

Pero la introducción de restricciones de capital hace surgir dos cuestiones más. La primera procede del hecho de que la mayoría de los ejecutivos que prefieren H a I trabajan para empresas que no deberían tener dificultad en conseguir más capital. ¿Por qué un directivo de G.M., pongamos por caso, elige H debido a un capital limitado? G.M. puede conseguir el capital suficiente y emprender el proyecto J, independientemente de si se elige H o I; por tanto, J no debería afectar a la elección entre H e I. La respuesta parece ser que las empresas grandes normalmente imponen presupuestos de capital sobre divisiones y subdivisiones como una parte del sistema de planificación y control de la empresa. Dado que el sistema es complicado e incómodo, los presupuestos no se alteran con facilidad, y debido a ello son percibidos por los directivos intermedios como limitaciones reales.

La segunda cuestión es ésta. Si hay una limitación de capital, ya sea real o autoimpuesta, ¿debería utilizarse la TIR para realizar una ordenación de proyectos? La respuesta es no. El problema, en este caso, es encontrar el paquete de proyectos de inversión que satisface la limitación de capital y tiene el mayor valor actual neto. El criterio de la TIR no identificará este paquete. Como mostraremos en el Capítulo 6, la única manera práctica de hacerlo es utilizar la técnica de la programación lineal.

Cuando tenemos que elegir entre los proyectos H e I, es más fácil comparar los valores actuales netos. Pero si se siente seducido por el criterio de la TIR, puede utilizarlo siempre y cuando analice la tasa interna de rentabilidad de los flujos incrementales. El procedimiento es exactamente el mismo que el mostrado anteriormente. Primero, se comprueba que el proyecto H tiene una TIR satisfactoria. Luego se analiza la rentabilidad de la inversión adicional en I.

FLUJOS DE TESORERÍA (EN DOLARES)

| PROYECTO | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 | ETC. | TIR, EN % | VAN AL 10 % |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|------|--------------|----------------|
| I-H | 0 | -4.200 | -3.200 | -2.200 | +1.800 | +1.800 | ... | 15,6 | +5.408 |

La TIR de la inversión incremental en I es el 15,6 por ciento. Dado que es mayor que el coste de oportunidad del capital, debería emprenderse I en vez de H.

Cuarto defecto: ¿Qué ocurre cuando no podemos eludir la estructura temporal de los tipos de interés?

Hemos simplificado nuestra discusión sobre el presupuesto de capital suponiendo que el coste de oportunidad del capital es el mismo para todos los flujos de tesorería, C_1 , C_2 , C_3 , etc. Ahora éste no es el lugar adecuado para discutir la estructura temporal de los tipos de interés, pero debemos señalar ciertos problemas que surgen con el criterio de la TIR cuando los tipos de interés a corto plazo son distintos de los tipos a largo plazo.

Recordemos nuestra fórmula general para calcular el VAN:

$$VAN = C_0 + \frac{C_1}{1 + r_1} + \frac{C_2}{(1 + r_2)^2} + \dots$$

En otras palabras, descontamos C_1 al coste de oportunidad del capital para un año, C_2 al coste de oportunidad del capital para dos años, y así sucesivamente. El criterio de la TIR nos dice que aceptemos un proyecto si la TIR es mayor que el coste de oportunidad del capital. ¿Pero qué hacemos cuando tenemos varios costes de oportunidad del capital? ¿Comparamos la TIR con r_1 , r_2 , r_3 , ...? En realidad, deberíamos calcular una complicada media ponderada de estos tipos para obtener un número comparable con la TIR.

¿Qué significa esto para el presupuesto de capital? Significa dificultades para el criterio de la TIR siempre que la estructura temporal de los tipos de interés llegue a ser importante⁸. En una situación en la que sea importante, tenemos que comparar la TIR del proyecto con la TIR esperada (rentabilidad al vencimiento) ofrecida por un título negociable que: 1) tenga un riesgo similar al del proyecto, y 2) ofrezca la misma secuencia de flujos de tesorería que el proyecto. Esto es más fácil decirlo que hacerlo. Es mucho más fácil olvidarse de la TIR y calcular el VAN.

Muchas empresas utilizan la TIR, suponiendo de ese modo implícitamente que no hay diferencias entre los tipos de interés a corto y a largo plazo. Hacen esto por la misma razón que hasta ahora nosotros hemos eludido el asunto de la estructura temporal: simplicidad⁹.

Veredicto sobre la TIR

Hemos dado cuatro ejemplos de cosas que pueden conducir a error con la TIR. Hemos dado sólo un ejemplo sobre lo que podría conducir a error con el período de recuperación o el rendimiento contable. ¿Significa esto que la TIR es cuatro veces

⁸ El origen de la dificultad radica en que la TIR es una cifra derivada sin ninguna interpretación económica simple. Si queremos definirla, no podemos hacerlo más que diciendo que es el tipo de descuento que aplicado a todos los flujos de tesorería hace el $VAN = 0$. La TIR es una media compleja de diferentes tipos de interés. Aquí el problema no radica en la incomodidad de su cálculo, sino en que es un número sin demasiada utilidad.

⁹ En el Capítulo 9 analizaremos algunos casos especiales en los que sería erróneo utilizar el mismo tipo de descuento para flujos a corto y a largo plazo.

peor que las otras dos reglas? Todo lo contrario. Hay pocos aspectos en las deficiencias del período de recuperación o del rendimiento contable sobre los que explayarse.

Indudablemente, son reglas ad hoc, que a menudo conducen a conclusiones absurdas. El criterio de la TIR tiene un abolengo mucho más respetable. Es menos fácil de utilizar que el VAN, pero adecuadamente utilizada da la misma respuesta.

5.6. INDICE DE RENTABILIDAD O RATIO BENEFICIO-COSTE

El índice de rentabilidad (o ratio beneficio-coste) es el valor actual de los flujos de tesorería previstos dividido por la inversión inicial:

$$\text{Índice de rentabilidad} = \frac{VA}{-C_0}$$

El *criterio* del índice de rentabilidad nos dice que aceptemos todos los proyectos con un índice mayor que 1. Si el índice de rentabilidad es mayor que 1, el valor actual (VA) es mayor que la inversión inicial ($-C_0$) y, por tanto, el proyecto debe tener un valor actual neto positivo. El índice de rentabilidad conduce, por tanto, exactamente a la misma decisión que el valor actual neto¹⁰.

Sin embargo, al igual que la tasa interna de rentabilidad, el índice de rentabilidad puede ser erróneo cuando estamos obligados a elegir entre dos inversiones mutuamente excluyentes. Consideremos los siguientes proyectos:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | | |
|-------------------------------------|---------|---------|----------------|---------------------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | VA, AL 10 % | INDICE DE RENTABILIDAD | VAN AL 10 % |
| K | -100 | +200 | 182 | 1,82 | 82 |
| L | +10.000 | -15.000 | 13.636 | 1,36 | 3.636 |

Ambos son buenos proyectos, según indica correctamente el índice de rentabilidad. Pero supongamos que los proyectos son mutuamente excluyentes. *Deberíamos* optar por L, el proyecto con mayor VAN. Sin embargo, el índice de rentabilidad da a K una mayor puntuación.

Como con la tasa interna de rentabilidad, siempre se pueden resolver tales problemas analizando el índice de rentabilidad de la inversión *incremental*. En otras palabras, usted comprueba primero que el proyecto K merece la pena; después calcula el índice de rentabilidad de la inversión adicional de 9.990 \$ en L.

¹⁰ Algunas empresas no descuentan los beneficios o los costes antes de calcular el índice de rentabilidad. Cuanto menos se diga de estas empresas, mejor.

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | | |
|-------------------------------------|--------|---------|----------------|---------------------------|----------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | VA, AL 10 % | INDICE DE RENTABILIDAD | VAN AL 10 % |
| L-K | -9.900 | +14.800 | 13.454 | 1,36 | 3.554 |

El índice de rentabilidad de la inversión adicional es mayor que 1. Usted sabe de este modo que L es el mejor proyecto.

De nuestros cuatro criterios, el índice de rentabilidad se asemeja muy estrechamente al valor actual neto. En el próximo capítulo veremos un caso bastante especial en el que el índice de rentabilidad es el criterio de mayor utilidad. Pero para la mayoría de los propósitos es más seguro trabajar con los valores actuales netos, que son aditivos, que con índices de rentabilidad, que no lo son.

5.7. RESUMEN

Si va a persuadir a su empresa para que utilice el criterio del valor actual neto, debe estar preparado para explicar por qué otros criterios *no* conducen a decisiones correctas. Por eso hemos dedicado este capítulo a cuatro criterios de inversión alternativos.

Algunas empresas utilizan el método del plazo de recuperación para tomar decisiones de inversión. En otras palabras, aceptan sólo aquellos proyectos que recuperan su inversión inicial dentro de cierto período especificado. El período de recuperación es una regla ad hoc. Ignora el orden en que se suceden los flujos de tesorería dentro del período del plazo de recuperación, e ignora totalmente los flujos de tesorería posteriores. No tiene en cuenta, por tanto, el coste de oportunidad del capital.

La simplicidad del período de recuperación hace de él un mecanismo fácil para *describir* proyectos de inversión. Los directivos hablan ocasionalmente de proyectos de «rápido período de recuperación», de la misma manera que los inversores hablan de acciones ordinarias de «alto PER». El hecho de que los directivos hablen de plazos de recuperación de proyectos no significa que el criterio del período de recuperación determine sus decisiones. Algunos directivos *utilizan* el plazo de recuperación para juzgar inversiones de capital. Por qué confían en un concepto tan enormemente sobresimplificado es un enigma.

Algunas empresas utilizan el rendimiento contable medio. En este caso, deben decidir qué salidas de caja constituyen inversiones de capital y deben escoger con cuidado planes de amortización adecuados. Calculan después el ratio del beneficio medio sobre el valor contable medio de la inversión, y lo comparan con el objetivo de rentabilidad de la empresa. El rendimiento contable medio es otro método ad hoc. Dado que olvida si el beneficio se produce el próximo año o el próximo siglo, no tiene en cuenta el coste de oportunidad del dinero.

La tasa interna de rentabilidad (TIR) se define como el tipo de descuento al cual

el VAN de un proyecto sería igual a cero. Es una medida práctica y ampliamente utilizada en finanzas; debería saber, por tanto, cómo calcularla. El criterio TIR establece que las empresas deberían aceptar cualquier inversión que ofrezca una TIR superior al coste de oportunidad del capital. El criterio TIR es, como el valor actual neto, una técnica basada en los flujos de tesorería descontados. Por tanto, dará la respuesta correcta si se utiliza correctamente. El problema es que es fácilmente mal aplicada. He aquí cuatro cosas con las que tener cuidado:

1. *¿Prestar o endeudarse?* Si un proyecto ofrece flujos de tesorería positivos seguidos de flujos negativos, el VAN *aumenta* a medida que el tipo de descuento aumenta. Debería aceptar tales proyectos si su TIR fuese *menor* que el coste de oportunidad del capital.
2. *Múltiples tasas de rentabilidad.* Si se produce más de un cambio de signo en los flujos de tesorería, el proyecto puede tener varias TIR, o no tener ninguna.
3. *Proyectos mutuamente excluyentes.* El criterio TIR puede darnos una clasificación equivocada en los proyectos mutuamente excluyentes que difieren en la vida económica o en la escala de las inversiones solicitadas. Si insiste en usar el TIR para clasificar los proyectos mutuamente excluyentes, deberá examinar el TIR en cada unidad adicional de la inversión.
4. *Los tipos de interés a corto plazo pueden ser distintos de los tipos de interés a largo.* El criterio TIR requiere que se compare la TIR del proyecto con el coste de oportunidad del capital. Pero a veces hay un coste de oportunidad del capital para flujos de tesorería a un año, un coste de capital diferente para flujos de tesorería a dos años, y así sucesivamente. En estos casos no hay una norma sencilla para evaluar la TIR de un proyecto.

La cuarta regla utiliza el índice de rentabilidad o ratio beneficio-coste. Este dice que las empresas deben aceptar los proyectos sólo si el ratio de los flujos futuros de tesorería descontados sobre la inversión inicial fuese mayor que 1. Esta es una manera indirecta de decir que las empresas deben aceptar proyectos con VAN positivos. La única desventaja de utilizar ratios es que no se pueden sumar de la misma manera que los valores actuales. Por tanto, hay que tener cuidado cuando se utiliza esta regla para elegir entre dos proyectos.

Este es un buen momento para hacer hincapié en realidades políticas. Algunas personas creen que la tierra es plana. Puede ser más fácil persuadir a estas personas a aceptar la idea de que la tierra puede ser ligeramente curvada en las esquinas que convencerles de que es completamente redonda. Estamos seguros de que cuando llegue a presidente o tesorero utilizará el valor actual neto. Pero si el actual director muestra una adhesión inquebrantable al plazo de recuperación, todavía puede confiar en obtener una mejora sustancial convenciéndole para utilizar distintos períodos máximos en proyectos con diferente vida y para cambiar al plazo de recuperación descontado.

Si estamos gastando dinero en hacer previsiones, podemos utilizarlas adecuadamente. Los criterios ad hoc no deberían desempeñar, por tanto, ningún papel en nuestras decisiones empresariales, y debería utilizarse el criterio del valor actual neto con preferencia sobre otras técnicas que utilizan flujos de tesorería descontados. Dicho esto, debemos tener cuidado en no exagerar las ventajas de la técnica correc-

ta. La técnica es importante, pero esto no significa que sea el único determinante del éxito de un programa de inversión de capital. Si las previsiones de los flujos de tesorería son insuficientes, incluso la aplicación más cuidadosa del criterio del valor actual neto fracasaría

LECTURAS COMPLEMENTARIAS

La mayoría de los textos referentes al presupuesto de capital contienen una discusión sobre criterios de presupuesto alternativos. Véase, por ejemplo:

H. Bierman, Jr. y S. Smidt: *The Capital Budgetin Decision*, 7.^a ed., The Macmillan Compnay, Nueva York, 1988.

Artículos clásicos sobre la tasa interna de rentabilidad son:

J. H. Lorie y L. J. Savage: «Three Problems in Rationing Capital», *Journal of Business*, **28**: 229-239 (octubre, 1955).

E. Solomon: «The Arithmetic of Capital Budgeting Decisions», *Journal of Business*, **29**: 124-129 (abril, 1956).

A. A. Alchian: «The Rate of Interest, Fisher's Rate of Return over Cost and Keynes' Internal Rate of Return», *American Economic Review*, **45**: 938-942 (diciembre, 1955).

Para una discusión del índice de rentabilidad, véase:

B. Schwab y P. Lusztig: «A Comparative Analysis of the Net Present Value and the Benefit-Cost Ratios as Measures of the Economic Desirability of Investment», *Journal of Finance*, **24**: 507-516 (junio, 1969).

CUESTIONES

1. ¿Qué se supone que representa el coste de oportunidad del capital? Dé una definición concisa.
2. a) ¿Cuál es el período de recuperación de cada uno de los siguientes proyectos?

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | |
|----------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|
| | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 |
| A | -5.000 | +1.000 | +1.000 | +3.000 | 0 |
| B | -1.000 | 0 | +1.000 | +2.000 | +3.000 |
| C | -5.000 | +1.000 | +1.000 | +3.000 | +5.000 |

- b) *Supuesto* que usted desee utilizar el criterio del plazo de recuperación con un período máximo de dos años, ¿qué proyectos aceptaría?
- c) Si utiliza un período máximo de tres años, ¿qué proyectos aceptaría?
- a) Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, ¿qué proyectos tienen un VAN positivo?
- e) «El período de recuperación da demasiada importancia a los flujos de tesorería que se producen después de la fecha tope.» ¿Verdadero o falso?

- f) «Si una empresa utiliza un único período máximo para todos los proyectos, es probable que acepte muchos proyectos de corta duración.» ¿Verdadero o falso?
3. Una máquina cuesta 8.000 \$ y se espera que produzca un beneficio antes de amortizaciones de 2.500 \$ en cada uno de los años 1 y 2, y de 3.500 \$ en cada uno de los años 3 y 4. Suponiendo que la máquina se amortiza a un ritmo constante de 2.000 \$ al año y que no hay impuestos, ¿cuál es el rendimiento contable medio?
4. ¿Verdadero o falso? ¿Por qué?
- a) «El rendimiento contable medio da demasiada importancia a los últimos flujos de tesorería.»
- b) «Si las empresas utilizan su actual rendimiento contable como punto de referencia para nuevas inversiones, las empresas prósperas tenderán a emprender demasiadas inversiones.»
5. a) Calcule el valor actual neto del siguiente proyecto para tipos de descuento del 0, 50 y 100 por ciento.

| FLUJOS DE TESORERÍA (EN DOLARES) | | |
|----------------------------------|--------|---------|
| C_0 | C_1 | C_2 |
| -6.750 | +4.500 | +18.000 |

- b) ¿Cuál es la TIR del proyecto?
6. Considere los proyectos A y B:

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERÍA (EN DOLARES) | | | TIR, % |
|----------|----------------------------------|--------|--------|--------|
| | C_0 | C_1 | C_2 | |
| A | -4.000 | +2.410 | +2.930 | 21 |
| B | -2.000 | +1.310 | +1.720 | 31 |

- a) El coste de oportunidad del capital es inferior al 10 por ciento. Utilice el criterio TIR para determinar qué proyecto o proyectos deberían ser aceptados si: 1) pueden emprenderse ambos, y 2) sólo uno puede emprenderse.
- b) Suponga que el proyecto A tiene un VAN de 690 \$ y el proyecto B tiene un VAN de 657 \$. ¿Cuál es el VAN de la inversión incremental de 2.000 \$ en A?
7. Considere los siguientes proyectos:

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERÍA (EN DOLARES) | | |
|----------|----------------------------------|--------|--------|
| | C_0 | C_1 | C_2 |
| A | -1.600 | +1.200 | +1.440 |
| B | -2.100 | +1.400 | +1.728 |

- a) Calcule el índice de rentabilidad para A y B suponiendo un coste de oportunidad del capital del 20 por ciento.
- b) Utilice el criterio del índice de rentabilidad para determinar qué proyecto(s) debería aceptar si: 1) pudieran emprenderse ambos, y 2) sólo uno pudiera emprenderse.

8. Los proyectos C y D implican el mismo desembolso y ofrecen la misma TIR, la cual supera el coste de oportunidad del capital. Los flujos de tesorería generados por el proyecto C son mayores que los de D, pero tienden a producirse más tarde. ¿Qué proyecto tiene un VAN mayor?
9. Usted tiene la posibilidad de participar en un proyecto que produce los siguientes flujos de tesorería:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | |
|-------------------------------------|--------|---------|
| C_0 | C_1 | C_2 |
| +5.000 | +4.000 | -11.000 |

La TIR es el 13 por ciento. Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, ¿aceptaría la oferta?

PREGUNTAS Y PROBLEMAS

1. Considere los siguientes proyectos:

| PROYECTO | FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | | |
|----------|----------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|
| | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 | C_4 | C_5 |
| A | -1.000 | +1.000 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| B | -2.000 | +1.000 | +1.000 | +4.000 | +1.000 | +1.000 |
| C | -3.000 | +1.000 | +1.000 | 0 | +1.000 | +1.000 |

- a) Si el coste de oportunidad del capital es el 10 por ciento, ¿qué proyectos tienen un VAN positivo?
- b) Calcule el plazo de recuperación de cada proyecto.
- c) ¿Qué proyecto(s) aceptaría una empresa que utilice el criterio del plazo de recuperación si el período máximo fuese de tres años?
2. El proyecto A (mostrado en el Cuadro 5-1a) ha sufrido algunas revisiones. Se ha reducido la inversión de 6.000 \$ y la empresa se propone amortizar esa inversión al ritmo de 2.000 \$ por año. Lamentablemente, los costes operativos se han incrementado en 1.000 \$ al año. Si el coste de oportunidad del capital es el 7 por ciento, ¿cómo afectan estos cambios al VAN del proyecto? ¿Cómo afectan al rendimiento contable medio?
3. Considere un proyecto con los siguientes flujos de tesorería:

| C_0 | C_1 | C_2 |
|-------|-------|-------|
| -100 | +200 | -75 |

- a) ¿Cuántas tasas internas de rentabilidad tiene el proyecto.
 b) El coste de oportunidad del capital es el 20 por ciento. ¿Es un proyecto atractivo? Explíquelo brevemente.
4. Responda a los siguientes comentarios:
 a) «Nos gusta utilizar principalmente el período de recuperación como una manera de hacer frente al riesgo.»
 b) «El gran mérito del criterio TIR es que no se tiene que pensar cuál es el tipo de descuento adecuado.»
5. El criterio del período de recuperación se utiliza todavía en muchas empresas a pesar de sus reconocidos defectos teóricos. ¿Por qué cree que ocurre esto?
6. Desafortunadamente, su jefe ejecutivo se niega a aceptar cualquier inversión para la expansión de plantas que no recupere la inversión inicial en cuatro años o menos. Esto es, él insiste en un *criterio de período de recuperación* con un *período máximo* de cuatro años, lo cual lleva a que se abandonen atractivos proyectos a largo plazo.
 Su jefe está dispuesto a cambiar al criterio del período de recuperación actualizado con el período máximo de cuatro años. ¿Es ésto una mejora? Explíquelo.
7. Considere los dos proyectos siguientes mutuamente excluyentes:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | C_2 | C_3 |
| A | -100 | +60 | +60 | 0 |
| B | -100 | 0 | 0 | +140 |

- a) Calcule el VAN de cada proyecto para tipos de descuento del 0, 10 y 20 por ciento. Dibújelos en un gráfico con el VAN en el eje vertical y el tipo de descuento en el horizontal.
- b) ¿Cuál es la TIR aproximada de cada proyecto?
- c) ¿En qué circunstancias aceptaría la empresa el proyecto A?
- d) Calcule el VAN de la inversión incremental (B - A) para tipos de descuento de 0, 10 y 20 por ciento. Dibújelos en el gráfico. Muestre que las circunstancias en las que aceptaría A son también aquellas en las que la TIR de la inversión incremental es inferior al coste de oportunidad del capital.
8. El señor Cyrus Clops, presidente de Empresas Gigante, tiene que elegir entre dos posibles inversiones:

| FLUJOS DE TESORERIA (EN DOLARES) | | | | |
|-------------------------------------|-------|-------|-------|--------------|
| PROYECTO | C_0 | C_1 | C_2 | TIR, EN % |
| A | -400 | +241 | +293 | 21 |
| B | -200 | +131 | +172 | 31 |

El coste de oportunidad del capital es el 9 por ciento. El señor Clops está tentado a adoptar B, cuya TIR es la mayor.

- a) Explique al señor Clops por qué éste no es el procedimiento adecuado.
 - b) Muéstrelle cómo adaptar el criterio TIR para elegir el mejor proyecto.
 - c) Muéstrelle que este proyecto tiene también mayor VAN.
- 9. La Compañía Astilleros Titanic tiene un contrato no cancelable para construir un pequeño buque de carga. La construcción supone un pago de 250.000 \$ al final de cada uno de los dos próximos años. Al final del tercer año la empresa recibirá 650.000 \$. La empresa puede acelerar la construcción trabajando un turno extra. En este caso habrá un pago de 550.000 \$ al final del primer año, seguido de un cobro de 650.000 \$ al final del segundo año. Utilice el criterio TIR para mostrar el rango (aproximado) del coste de oportunidad del capital en el cual la empresa debería trabajar un turno extra.
- 10. Mire de nuevo los proyectos A y B de la Sección 5.3. Suponga que estos proyectos son mutuamente excluyentes y que el coste de oportunidad del capital es el 20 por ciento.
 - a) Calcule el índice de rentabilidad de cada proyecto.
 - b) Muestre cómo puede utilizarse el criterio del índice de rentabilidad para elegir el mejor proyecto.